



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN
ISSN : 2085-2614; e-ISSN 2528 2654
JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>



Potensi Pengembangan Sistem Irigasi Pompa Tenaga Surya untuk Sawah Tadah Hujan di Pulau Simeulue

Muhammad Yasar^{1*)}, Mustaqimah^{1*)}, Yuswar Yunus^{1,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

²⁾Pusat Mekanisasi dan Perbengkelan Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh
E-mail : mustaqimahmus@yahoo.co.id

Abstrak

Teknologi sistem irigasi pompa tenaga surya memiliki prospek yang sangat baik untuk masa depan bidang pertanian khususnya sektor pangan. Teknologi ini sangat murah untuk jangka panjang dan juga sederhana sehingga mudah dibuat dan dimodifikasi oleh siapa saja. Irigasi pompa tenaga surya tidak memerlukan operator untuk mengoperasikannya, hanya diperlukan sekali-kali pengecekan dan pengontrolan. Manfaat utama yang akan didapatkan dari pengembangan teknologi irigasi pompa tenaga surya ini adalah menjaga kelestarian lingkungan hidup karena tidak menghasilkan polusi udara sehingga dapat menekan peningkatan *global warming*. Teknologi ini termasuk dalam jenis teknologi *green energy*. Berepara indikator yang perlu diperhatikan dalam pengembangan sistem irigasi tenaga surya, diantaranya: (i) kemiringan yang sesuai untuk sistem irigasi tenaga surya; (ii) radiasi matahari yang sesuai untuk irigasi tenaga surya; (iii) potensi air tanah. Lokasi penelitian ini terletak di Desa Situbok Kecamatan Tepah tengah Kabupaten Simeulue. Hasil pengamatan dan pengukuran menunjukkan bahwa tingkat penyinaran matahari di Desa Situbok rata-rata sebesar 43,75 %.. Disamping itu terdapat pula potensi air tanah dangkal di daerah Situbok dengan kedalaman antara 5 – 10 meter. Data ini menunjukkan bahwa daerah ini layak untuk pengembangan sistem irigasi tenaga surya

Kata kunci: Irigasi pompa; tenaga surya; radiasi matahari; potensi air

Development Potential of Solar Pump Irrigation System for Sub Optimal Land in Simeulue Island

Muhammad Yasar^{1*)}, Mustaqimah^{1*)}, Yuswar Yunus^{1, 2)}

¹⁾Agricultural Engineering Study Program, Faculty of Agriculture, Syiah Kuala University, Banda Aceh

²⁾Agricultural Mechanization and Workshop Center, Syiah Kuala University, Banda Aceh

E-mail : mustaqimahmus@yahoo.co.id

Abstract

Technology of solar pumps irrigation systems has excellent prospects for the future of agriculture especially in food sector. This technology is very cheap for long term and also easy to make and modified by anyone. Solar pump irrigation does not require the operator to operate it, it is only necessary once check and control. The main benefit that will be obtained from the development of solar pump irrigation technology is to maintain environmental sustainability because it does not produce air pollution so that it can suppress the increase in global warming. This technology is included in the type of green energy technology. The indicators that need to be considered in the development of solar irrigation systems, including: (i) the slope is appropriated for solar power irrigation systems; (ii) suitable solar radiation for solar power irrigation; (iii) groundwater potential. This research is located in Situbok Village, Tepah Tengah District, of Simeulue Regency. Observations and measurements show that the sun's radiation rate in Situbok village is an average of 43.75%, Besides, there is also shallow groundwater potential in Situbok area with depth between 5 - 10 meters. These data suggest that this area is feasible for the development of solar irrigation systems.

Keywords: *Irrigation pump; solar power; solar radiation; water potential*

PENDAHULUAN

Energi matahari adalah sumber energi paling melimpah di dunia. Tenaga surya bukan hanya jawaban untuk krisis energi saat ini tapi juga merupakan bentuk energi ramah lingkungan. Generasi fotovoltaiik adalah pendekatan yang efisien dalam penggunaan energi matahari. Panel surya (susunan sel fotovoltaiik) sekarang banyak digunakan untuk menyalakan lampu jalan, untuk pemanas air, pemenuhan kebutuhan listrik perumahan di daerah terpencil dan juga sebagai sumber energi penggerak pompa air. Biaya domestik panel surya terus menurun yang mendorong peningkatan penggunaannya di berbagai sektor. Salah satu aplikasi teknologi ini digunakan dalam sistem irigasi untuk pertanian (Kashiv, et al, 2016). Sistem irigasi tenaga surya bisa menjadi alternatif yang tepat bagi petani dalam keadaan krisis energi di Indonesia yang merupakan energi hijau ramah lingkungan.

Air merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia, baik dari kebutuhan sehari-hari seperti minum, memasak, maupun keperluan sanitasi dan kebutuhan untuk pertanian. Ketersediaan air yang cukup bagi masyarakat terkadang menjadi masalah, terutama untuk daerah yang ketersediaan sumber air terbatas atau sumber air tanah jauh dari tempat tinggal. Meskipun dijamin sekarang pilihan pompa air sudah tersedia dan mudah didapatkan, akan tetapi ketersediaan tenaga penggerak yang menjadi masalah,

terutama untuk daerah yang belum terjangkau jaringan Perusahaan Listrik Negara (PLN). Walaupun sudah terdapat jaringan PLN tetapi biaya pengoperasian pompa air semakin hari semakin besar. Untuk mencegah hal tersebut diperlukan solusi, salah satunya adalah menggunakan teknologi listrik tenaga surya (Subandi dan Hani, 2015).

Sistem irigasi tenaga surya merupakan sebuah sistem yang efektif dapat berkontribusi dalam hal konservasi lahan yang tidak produktif, lahan kosong dan lahan kering. Pemanfaatan lahan tersebut dapat meningkatkan produktifitas dan pendapatan petani setempat (Yasar, *et al.* 2011). Menurut Yu, *et al* (2011), penerapan irigasi matahari sangat erat kaitannya dengan kondisi sumber air dan daerah setempat. Jadi, pengetahuan mengenai sumber air dan kondisi geografis lokasi sangat diperlukan untuk suatu penelitian.

Indikator yang perlu diperhatikan dalam sistem irigasi tenaga surya (Yu, *et al*, 2011), diantaranya:

1. Kemiringan yang sesuai untuk sistem irigasi tenaga surya
Kemiringan berkaitan erat dengan kelayakan irigasi matahari. Kemiringan tidak boleh lebih dari 2-5% untuk irigasi alur. Sementara kemiringan tidak boleh lebih dari 0,2% untuk irigasi tertutup.
2. Radiasi matahari yang sesuai untuk irigasi tenaga surya
Radiasi matahari adalah salah satu indikator penting untuk sistem irigasi tenaga surya karena merupakan sumber energi untuk pompa tenaga surya. Radiasi matahari yang cukup besar merupakan jaminan untuk penerapan sistem irigasi tenaga surya. Tingkat penyinaran matahari harus diatas 30 %.
3. Potensi air tanah

Ketersediaan air merupakan unsur utama dalam sistem irigasi tenaga surya.

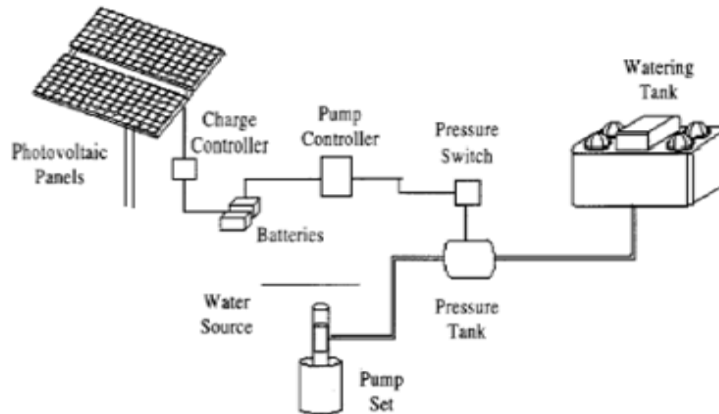
Pompa Tenaga Surya

Pemompaan air adalah salah satu penggunaan yang paling sederhana dan yang paling tepat untuk fotovoltaiik. Sistem pemompaan fotovoltaiik dapat mengairi irigasi untuk berbagai tanaman dan kebutuhan air perumahan. Kebanyakan sistem ini memiliki keuntungan diantaranya menginstal penyimpan air untuk digunakan saat sinar matahari tidak ada. Sistem ini tidak menggunakan baterai sehingga lebih sederhana dan dapat mengurangi biaya (Eker, 2005). Kebanyakan orang mempertimbangkan menunda memasang pompa air tenaga surya disebabkan biaya instalasi awal mahal. Tetapi ternyata setelah 10 tahun dapat hitungan biaya yang lebih murah daripada sistem pompa konvensional. Eker (2005) menambahkan dengan membandingkan biaya instalasi (termasuk tenaga kerja), bahan bakar biaya, dan biaya pemeliharaan lebih dari 10 tahun, anda mungkin menemukan bahwa matahari itu pilihan ekonomis.

Kumolosari, dkk (2013) mengevaluasi komparatif sistem suplai air bersih tenaga listrik dengan tenaga surya di daerah terpencil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jika dibandingkan dengan sistem pengangkatan air tenaga listrik, dengan asumsi seluruh biaya pembangunan merupakan pinjaman (bukan bantuan), harga air per m³ sistem pengangkatan air tenaga surya lebih mahal, akan tetapi dengan asumsi biaya awal pembangunan adalah bantuan, harga air per m³ sistem pengangkatan air tenaga surya lebih murah.

Konfigurasi sistem pompa air tenaga surya

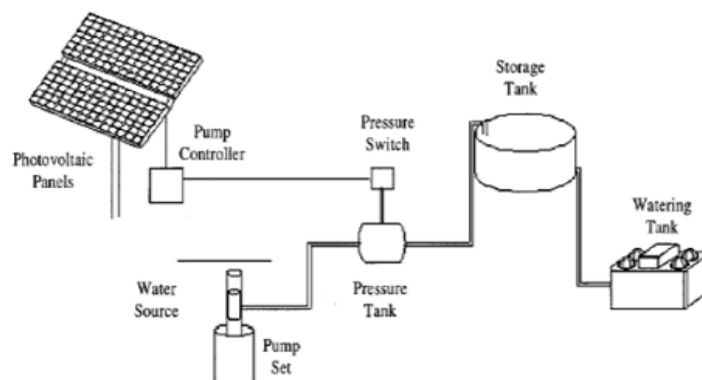
Ada dua tipe dasar sistem pompa tenaga surya pemasangan baterai (*Battery-coupled*) dan penggabungan langsung (*direct-coupled*). Berbagai faktor harus dipertimbangkan untuk menemukan sistem yang optimum untuk aplikasi tertentu.



Gambar 1. Sistem *Battery-coupled* pompa tenaga surya
(Sumber: www.utextension.utk.edu)

Sistem pompa air tenaga surya tipe *Battery-coupled* terdiri panel dari fotovoltaiik, *charge control regulator*, baterai, *pump controller*, *pressure switch*, tangki air dan pompa. Arus listrik yang dihasilkan oleh panel PV selama siang digunakan untuk mengisi baterai, kemudian baterai bertindak sebagai penyuplai daya untuk pompa kapan saja air dibutuhkan.

Penggunaan baterai memiliki kekurangan. Pertama baterai dapat mengurangi efisiensi keseluruhan sistem karena tegangan operasi diatur oleh baterai bukan panel PV. Semua tergantung pada suhu dan seberapa baik baterai terisi. Tegangan yang dipasok oleh baterai, bisa saja empat kali lebih rendah daripada tegangan yang dihasilkan oleh PV selama kondisi matahari maksimal. Efisiensi bisa ditingkatkan dengan menggunakan pump controller yang sesuai untuk meningkatkan tegangan baterai yang akan dipasok ke pompa (Eker, 2005).



Gambar 2 *Direct coupled solar pumping system*
(Sumber: www.utextension.utk.edu)

Dalam sistem pemompaan langsung, listrik dari modul PV dikirim langsung ke pompa, yang pada gilirannya memompa air melalui pipa ke tempat yang dibutuhkan.

Sistem ini dirancang untuk memompa air hanya selama ada sinar matahari. Jumlah air yang dipompa sangat bergantung pada jumlah sinar matahari mengenai panel PV dan jenis pompa. Karena intensitas dan sudut matahari saat mengenai panel PV berubah sepanjang hari, jumlah air dipompa oleh sistem ini juga berubah sepanjang hari. Misalnya, selama Periode sinar matahari yang optimal (akhir pagi sampai akhir siang hari cerah cerah) pompa beroperasi mendekati efisiensi 100 persen dengan aliran air maksimal. Namun pada awal pagi dan menjelang sore, efisiensi pompa turun sampai 25 %.

Sistem pemompaan langsung dibuat ukurannya untuk menyimpan air ekstra pada hari yang cerah untuk memenuhi kebutuhan pada hari berawan dan di malam hari. Air bisa disimpan lebih besar dari yang dibutuhkan pada tangki penyiraman atau di tangki penyimpanan yang terpisah dan kemudian dengan gaya gravitasi dialiri ke tangki yang lebih kecil. Kapasitas penyimpanan air sangat penting dalam hal sistem pemompaan ini (Eker, 2005).

Komponen Utama Irigasi Tenaga Surya

Ciri irigasi tenaga surya terdapat beberapa komponen utama diantaranya susunan *panel PV*, pompa, tangki penyimpan, dan *controler*.

Modul Solar

Sistem tenaga surya disebut juga sistem fotovoltaiik Kata itu "*Photovoltaic*" sering disingkat PV. Paling panel surya, atau modul, menghasilkan langsung arus listrik (DC). Sekelompok modul disebut *array*.

Pemasangan Struktur

Ada dua cara pemasangan struktur modul, yaitu struktur tetap dan struktur. Sebuah susunan panel surya dapat dipasang dengan mudah sistem *portable*. Dapat juga dipasang pelacak arah sinar matahari supaya panel surya mendapatkan sinar yang optimal. Dengan penambahan biaya \$400 sampai \$800 untuk sebuah sistem, dapat meningkatkan volume air sampai 25 persen atau lebih pada cuaca cerah.

Pompa

Pompa air DC secara umum menggunakan sepertiga untuk satu energi AC konvensional (alternating current) pumps. Pompa DC adalah digolongkan sebagai perpindahan atau sentrifugal, dan bisa berupa submersible jenis. Pemindahan pompa menggunakan diafragma, baling-baling atau piston untuk menyegel air dalam ruangan dan paksa melalui outlet pembuangan. Pompa sentrifugal menggunakan impeller berputar yang menambahkan energi ke air dan mendorong ke dalam. Sistemnya mirip dengan roda air.

Pompa *submersible*, diletakkan di bawah sumur atau bah, sangat bisa diandalkan karena tidak terkena suhu beku, tidak perlu perlindungan khusus dari unsur, dan lakukan tidak membutuhkan priming Pompa permukaan, berlokasi di Jl atau dekat permukaan air, digunakan terutama untuk memindahkan air melalui pipa. Beberapa Pompa permukaan bisa mengembangkan kepala tinggi dan berada cocok untuk memindahkan jarak jauh air atau ke ketinggian.

Tangki Penyimpan

Baterai biasanya tidak disarankan sistem pompa bertenaga surya karena mengurangi efisiensi keseluruhan sistem dan menambah pemeliharaan dan biaya. Hal ini umumnya lebih sederhana dan lebih ekonomis dan tangki disediakan untuk penyimpanan air 3 sampai 10 hari.

Controller or Inverter

Pengontrol pompa melindungi pompa dari kondisi voltase tinggi atau rendah dan memaksimalkan jumlah air yang dipompa masuk ketika kondisi cahaya yang kurang ideal. Sebuah pompa AC membutuhkan inverter, komponen elektronik yang mengubah listrik DC dari matahari panel ke listrik AC untuk mengoperasikan pompa.

METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilakukan menggunakan metode survey kelayakan daerah pengembangan meliputi potensi radiasi matahari dan potensi air tanah yang merupakan pertimbangan yang sangat krusial dalam penelitian ini.

Prosedur penelitian:

1. Survey kelayakan kawasan pengembangan dengan cara meninjau ketersediaan sawah di lokasi penelitian yang didukung dengan: data luas sawah dan data pengairan sawah.
2. Potensi tenaga surya:
 - a. Pengukuran radiasi matahari pada lokasi penelitian selama kurang lebih 1 bulan dengan menggunakan alat ukur radiasi, solarimeter
 - b. Dalam satu hari, pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali, pagi (8.00 s.d 9.00 WIB), siang (12.00-13.00 WIB), sore (16.00-17.00 WIB)
 - c. Mengukur rata-rata lama penyinaran matahari dalam sehari.
3. Potensi air tanah

Meninjau ketersediaan dan kedalaman air di lokasi dengan memperhatikan sumur-sumur yang ada di daerah, baik sumur terbuka maupun sumur tertutup.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut data dari Dinas Pertanian Simeulue, luas sawah di Kabupaten Simeulue 4.764,53 Ha dengan 56.8 % merupakan lahan sawah beririgasi dan 3.610,67 Ha (43,11 %) lainnya merupakan lahan sawah tadah hujan. Besarnya luas lahan sawah tadah hujan ini menjadi tantangan dan kendala tersendiri bagi perwujudan program ketahanan pangan. Sawah tadah hujan merupakan lahan sawah yang sepenuhnya menggantungkan kebutuhan dan ketersediaan airnya kepada curah hujan. Walau memiliki curah hujan yang terbilang tinggi, namun munculnya gejala perubahan iklim global turut mempengaruhi distribusi dan intensitas air hujan di kepulauan Simeulue. Curah hujan menjadi sulit diprediksi sehingga program tanam padi secara serentak menjadi tidak

efektif. Sawah tadah hujanpun menjadi terbengkalai karena tidak ditanami petani akibat tidak tersedianya sumber air irigasi yang memadai.

Lokasi yang dipilih untuk penelitian ini adalah Desa Situbok Kecamatan Tepah tengah Kabupaten Simeulue. Desa ini memiliki sawah dengan luasan 32 Ha yang keseluruhannya merupakan sawah tadah hujan. Pemanfaatan air tanah dangkal dari sumur-sumur oleh masyarakat, diangkat dengan menggunakan pompa yang digerakkan oleh energi listrik maupun generator, akan memerlukan biaya operasional (listrik atau bahan bakar) yang tinggi sehingga keberlanjutan (*sustainability*) usaha pompa dalam pendayagunaan air tanah tidak dapat dipertahankan. Salah satu energi yang dapat dimanfaatkan secara cuma-cuma dan tersedia setiap saat adalah sumber energi matahari.

Potensi Tenaga Surya

Radiasi matahari merupakan indikator penting untuk membangun sistem irigasi tenaga matahari karena merupakan sumber energi penggerak pompa pada sistem irigasi tersebut. Jadi kecukupan radiasi matahari akan menjamin penerapan sistem irigasi tenaga matahari. Yu, et al (2011) menetapkan bahwa tingkat penyinaran matahari harus lebih dari 30 % untuk layak mengembangkan sistem irigasi tenaga surya. Berdasarkan data pengukuran, tingkat penyinaran matahari di Desa Situbok rata-rata sebesar 43,75 % yang berarti bahwa daerah ini layak untuk pengembangan sistem irigasi tenaga surya.

Tabel 1 Radiasi matahari Desa Situbok

Hari	Waktu Pengamatan (WIB) (mv)			Radiasi Matahari (w/m ²)
	08.00 - 09.00	12.00 - 3.00	16.00 - 17.00	
1	1	4,1	5,8	189,49
2	1,8	11,3	3,9	299,36
3	6,5	10,8	1,2	398,09
4	2,7	10,2	3,3	300,96
5	4,3	8,9	3,8	339,17
6	5,2	3,2	4,9	294,59
7	3,8	8,5	5,7	347,13
8	3,5	7,5	3,2	281,85
9	5,6	8,9	4,2	386,94
10	2,6	4,2	3,2	200,64
11	3,2	11,5	5,2	367,83
12	6,4	13,3	4,1	480,89
13	3,1	7,2	2,2	248,41
14	7,5	11,3	2,4	457,01
15	5,4	11,8	6,2	458,60
16	4,3	7,2	2,3	288,22
17	5,8	7,6	6,2	404,46
18	7,8	13,4	5,6	550,96
19	6,7	8,7	4,7	426,75
20	3,8	11,7	7,5	426,75
21	6,5	13,8	6,7	533,44
Total				7681,53
Rerata				365,79

KESIMPULAN

1. Luas sawah di Kabupaten Simeulue 4.764,53 Ha dengan 56.8 % merupakan lahan sawah beririgasi dan 3.610,67 Ha (43,11 %) lainnya merupakan lahan sawah tadah hujan
2. Lokasi yang dipilih untuk penelitian ini adalah Desa Situbok Kecamatan Tepah tengah Kabupaten Simeulue. Desa ini memiliki sawah dengan luasan 32 Ha yang keseluruhannya merupakan sawah tadah hujan.
3. Tingkat penyinaran matahari di Desa Situbok rata-rata sebesar 43,75 % yang berarti bahwa daerah ini layak untuk pengembangan sistem irigasi tenaga surya.
4. Terdapat potensi air tanah dangkat di daerah Situbok dengan kedalaman antara 5 – 10 meter.

Saran

Perlu mengkaji potensi pengembangan sistem irigasi tenaga surya di daerah-daerah lain di Profinsi Aceh

Penghargaan

Terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Syiah Kuala atas dukungan dan pembiayaan riset melalui skim Penelitian Unggulan Unsyiah (PUU).

DAFTAR PUSTAKA

- Eker B, 2005. Solar Powered Water Pumping Systems. *Trakia Journal of Sciences*, Vol. 3, No. 7, pp 7-11, 2005
- Hartono B dan Purwanto, 2014. Perancangan pompa air tenaga surya guna memindahkan air bersih ke tangki penampung. *Sintek vol.9 no 1* (28-33)
- [Http://www.utextension.utk.edu](http://www.utextension.utk.edu), Solar Powered Livestock WateringSystems [diakses 15 September 2017]
- Kashiv A, Avi Bilala, Naseem Shirazi, Amol Dwivedi, Dr. Rajesh Joshi, 2016. Solar DRIP Irrigation System. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, Volume 6, Issue 4, April 2016).
- Kumolosari E, AA, Setiawan, K, Suryoprato, 2013. Evaluasi Komparatif Sistem suplai air bersih tenaga listrik dan tenaga surya di daerah terpencil (studi kasus di desa Mangun, Kecamatan Dlingo, Kabupaten Bantul). *Jurnal Teknofisika vol.2 (3): 61-68*
- Muhammad Yasar, Chamhuri Siwar, dan Shahrudin Idrus. 2011. Pengekalan Tanah Sawah Sebagai Kawasan Pertanian Berterusan. *Malaysian Journal of Environmental Management* 12(2) (2011): 55-65
- Subandi, Hani, S, 2015. Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air dengan Menggunakan Solar Sell. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, Vol. 7 (2): 157-163
- Yu Y, Jiahong Liu, Hao Wang, Miao Liu, 2011. Assess the potential of solar irrigation systems for sustaining pasture lands in arid regions – A case study in Northwestern China. *Applied Energy* 88: 3176–3182